

Ein elektronisches System für die Schnellerkennung von Erregerhäufungen im Krankenhaus (Cluster-Alarm-System, CLAR)

BVMed-Hygieneforum 2021

Michael Behnke

Institut für Hygiene und Umweltmedizin



Ein elektronisches System für die Schnellerkennung von Erregerhäufungen im Krankenhaus (Cluster-Alarm-System, CLAR)

Es bestehen keine Interessenkonflikte.

Hintergrund – Aufgaben der Krankenhaushygiene

- 2 “Hauptpfeiler” der Krankenhaushygiene
 - Infektionsprävention
 - Prävention der Transmission von “Problemerregern”
- Schlüsselaspekt “Ausbruchsfrüherkennung im Krankenhaus”
 - Erhöhung der Patientensicherheit durch frühes Erkennen von “Gefahrensituationen”
 - Früherkennung von nosokomialen Erregerhäufungen

Probleme der Detektierung von Übertragungen von Infektionserregern

- Zeitaufwendiger manueller Prozess
(Durchsicht Befunde, Hinweise vom Stationspersonal)
- zeitkritisch: um so schneller kann man intervenieren
-> Verhinderung von Ausbrüchen!
- auch Stations-übergreifende Erregerausbreitungen müssen schnell erkannt werden (Verlegungen von Patienten)
- Sicherheit, dass man nichts übersieht
-> systematisches Vorgehen notwendig

Bisheriges Vorgehen in den meisten Krankenhäusern

- Reduktion auf bestimmte Erreger, z.B. Multiresistente
- Reduktion auf Risikobereiche, z.B. Intensivstationen
- Das bedeutet “blinde Flecke” in Bezug auf
 - andere Infektionserreger (z.B. “sensible”, die meisten)
 - Normalstationen

- Trotzdem hoher Zeitaufwand:
 - > Viel Zeit am Computer, wenig Zeit auf Station



● SERRATIEN-AUSBRUCH

Keim-Alarm an der Charité

21.10.2012 | Mindestens sieben infizierte Frühgeborene, ein Todesfall: Auf der Neugeborenen-Intensivstation des Virchow-Klinikums der Charité ist offenbar eine Serratien-Infektionswelle ausgebrochen. Jetzt gilt Aufnahmestopp für die Station. [mehr >](#)

Serratien an der Charité

Auch Mütter könnten Quelle des Keims sein

von [Annette Kögel](#)



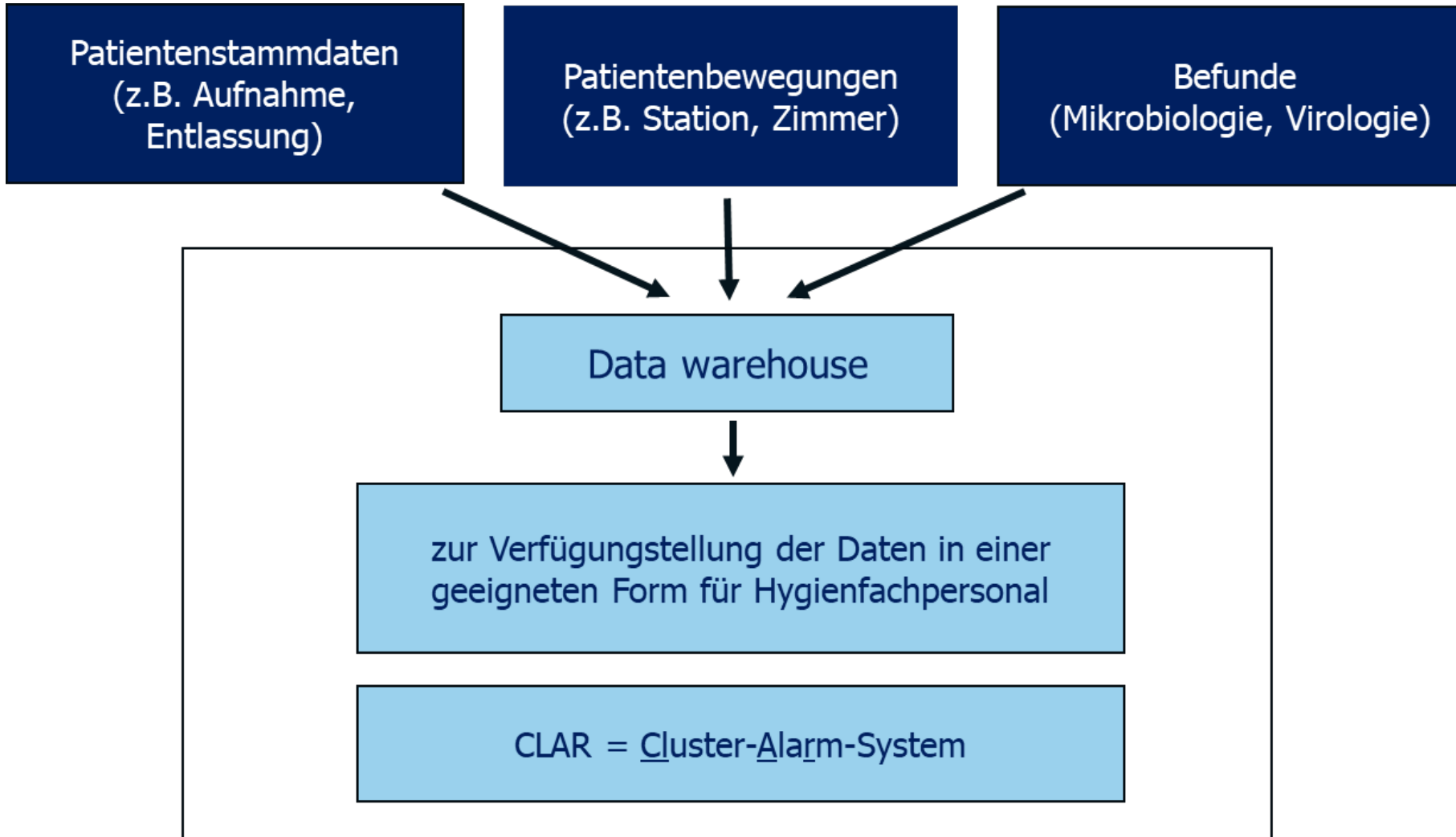
Sind die Keime über Cremes oder Lotionen in die Klinik gelangt? - FOTO: DPA

An der Charité werden noch immer mehrere Babys behandelt, die mit Serratien besiedelt sind. Bei der Suche nach der Herkunft der Keime haben Experten inzwischen eine neue Vermutung.

[Empfehlen](#) [Twittern](#) [+1](#)

Bei der Erforschung der Herkunft der Serratien-Keime in der Charité schließen die Experten nicht aus, dass

CLAR - Übersicht



Vorteile der digitalen Ausbruchsfürherkennung

- PUSH-Prinzip
- Frühzeitige automatisierte Erkennung von Clustern
- Einschluss aller Stationen des Krankenhauses
- Potentieller Einschluss aller Krankheitserreger (nicht nur MRE)
- Einsparung von zeitlichen und personellen Ressourcen
- Webbasierte Benutzerschnittstelle / Intranet

1. Vorbedingung: CLAR benötigt Erkennungsregeln
2. Regel wird manuell erstellt.

Regel "Blutkultur alle Erreger" editieren

Definition

Name: *

Beschreibung: *

Aktiv: Ja Nein * Inaktive Regeln werden nie ausgeführt

Gültig für CLAR-Alarm-Dokumentation: Ja Nein * Die Regel muss gültig sein, damit auf sie und ihre Alarme in der CLAR-Alarm-Dokumentation zugegriffen werden kann.

Konfigurationsoptionen

Befundfilter Stationsfilter Algorithmen & Alarm Weitere Einstellungen

UND ODER neue Regel neue Gruppe

UND ODER neue Regel neue Gruppe löschen

Erregergruppe löschen

UND ODER neue Regel neue Gruppe löschen

Materialgruppe löschen

Ausgewählte Konfigurationsoptionen

Befundfilter: (Erregergruppe gleich "Alle Erreger" und (Materialgruppe gleich "Blutkultur"))

Phänotypen-Methode: MHK, Intervallbildung mit Titerstufen +/-

Titerstufen: 1

Clusteralgorithmen: Alpha:0.05 # Min. Anzahl Isolate für Cluster:2 # Zeiteinheit im Ergebnis in Tagen:14 # Algorithmen.Konfidenzintervall - Normalverteilung

(KJ_NV).Konfidenzintervall - Poissonsverteilung (KJ_POI).Konfidenzintervall - Score (KJ_SCORE).Farrington,CuSums,EARS # Abfragefrequenz.Täglich

Manuelle Abfrage: Zeitfenster in Tagen:1 # Grenzwert:1 # Abfragefrequenz:Nie (inaktiv)

Befundart: Alle (Teil- und Endbefunde)

Copystrains: 90 Tage

Alle Isolateergebnisse einbeziehen: Nein

Material einbeziehen: Nein

Antibiogramm einbeziehen: Ja

MHK verwenden: Ja

Titerstufen: 1

Alarm-Email senden: Ja

Anzahl unterschiedlicher Patientennummern größer gleich: 2

- Regeln iterativ abarbeiten
- 1. Baseline berechnen: endemisches Niveau des Erregervorkommens der letzten 2 Jahre
- 2. Algorithmus führt tägliche Prüfung durch: ist Baseline überschritten?
- 3. Wenn dies zutrifft, wird ein Alarm ausgelöst
- 4. Benutzer / Arzt bewertet Alarm (Recherche)
- 5. Ggf. Einleitung von Ausbruchsmaßnahmen

CLAR - Alarm-Id: 1954

Regel "Blutkultur alle Erreger" - Vom 10.09.2020 bis zum 23.09.2020

Parameter:

Algorithmus: Clusteralgorithmen

Abfragefrequenz: Täglich

Stationsfilter (Leer = alle Stationen):

Erregerfilter: (Erregergruppe gleich "Alle Erreger" und (Materialgruppe gleich "Blutkultur"))

Durch Klicken auf die Grafik gelangen Sie zu der entsprechenden Regel in CLAR.

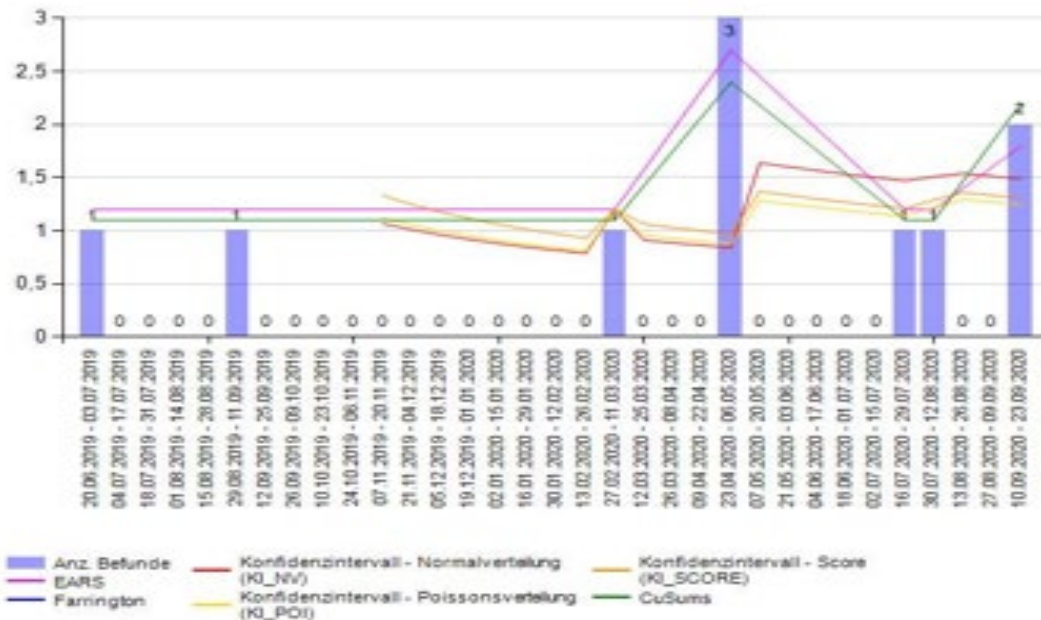
Alarm:

Station: S2054 - Erreger: "Staphylococcus epidermidis" - Phänotyp-Id: 6d6f10d1ed1cc0c748d3ae6643484a44 - Phänotyp: CLI(>=4.0 mg/l [2-8]) # DAPT(0.25 mg/l [0.125-0.5];0.5 mg/l [0.25-1]) # ERYTB(>=8.0 mg/l [4-8]) # FOS(<=8.0 mg/l [4-16]) # FUS(16.0 mg/l [8-32];4.0 mg/l [2-8];8.0 mg/l [4-16]) # GEN(>=16.0 mg/l [8-16];4.0 mg/l [2-8];8.0 mg/l [4-16]) # LEV(4.0 mg/l [2-8]) # LINET(1.0 mg/l [0.5-2]) # OXA(>=4.0 mg/l [2-4]) # RAM(<=0.03 mg/l [0.5-1]) # TGC(<=0.12 mg/l [0.125-0.25]) # VAN(1.0 mg/l [0.5-2];2.0 mg/l [1-4])

Der Alarm bezieht sich immer auf den letzten Balken der Grafik.

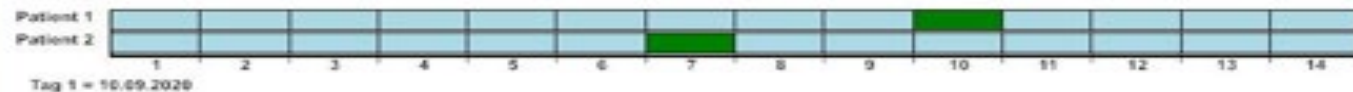
0 von 2 Isolate dieses Balkens waren bereits Teil eines anderen Alarms.

Der Alarm beinhaltet folgende Erregerattribute: Keine relevanten Attribute.



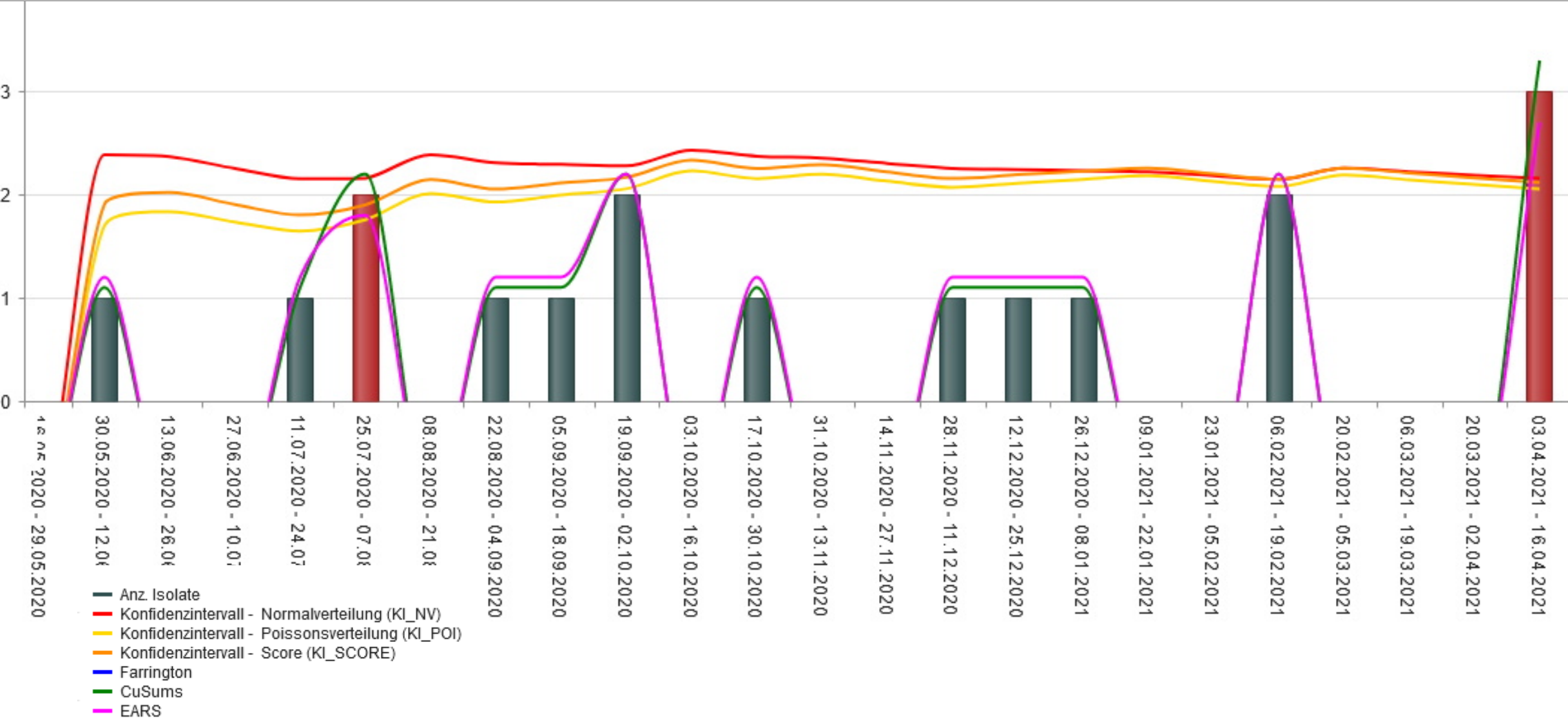
Patienten auf der Station S2054 mit Phänotyp-Id: 6d6f10d1ed1cc0c748d3ae6643484a44

0 von 2 Patienten waren bereits Teil eines anderen Alarms innerhalb der letzten 2 Jahre (selber Erreger).



Ende der automatisch generierten Email.

CLAR - Alarm Email



CLAR – aktuelle Patientenbewegungen des Alarms

Belegungsgraphik der Patienten auf den Stationen

Es werden nur stationäre Patienten, die mindestens ein Isolat mit diesem Phänotyp haben, angezeigt.

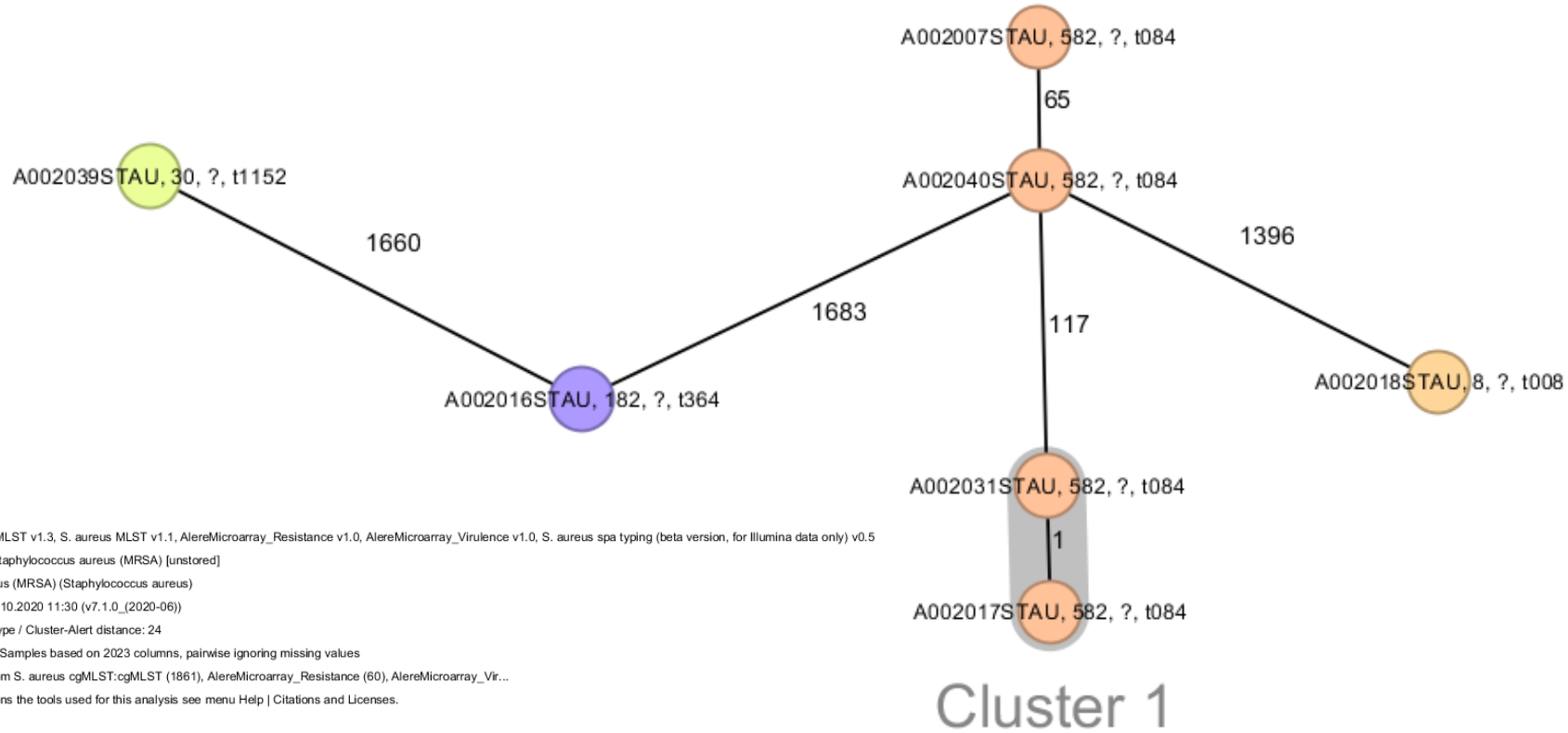
Station: * Von: * Bis: * Nur Patienten mit Isolaten im Zeitraum anzeigen *

Zeitintervall des ausgelösten Alarms in rot auf der X-Achse markieren? Nein Clusteralgorithmen Manuell

Daten im CSV-Format exportieren

0042	Zimmer_13->Zimmer_09	Zimmer_09	Zimmer_09	Zimmer_09->Zimmer_11	Zimmer_11	Zimmer_11											
0042	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18	Zimmer_18->Zimmer_17							
0042	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12	Zimmer_12
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			

Sequenzier-Untersuchungen zur Verifizierung



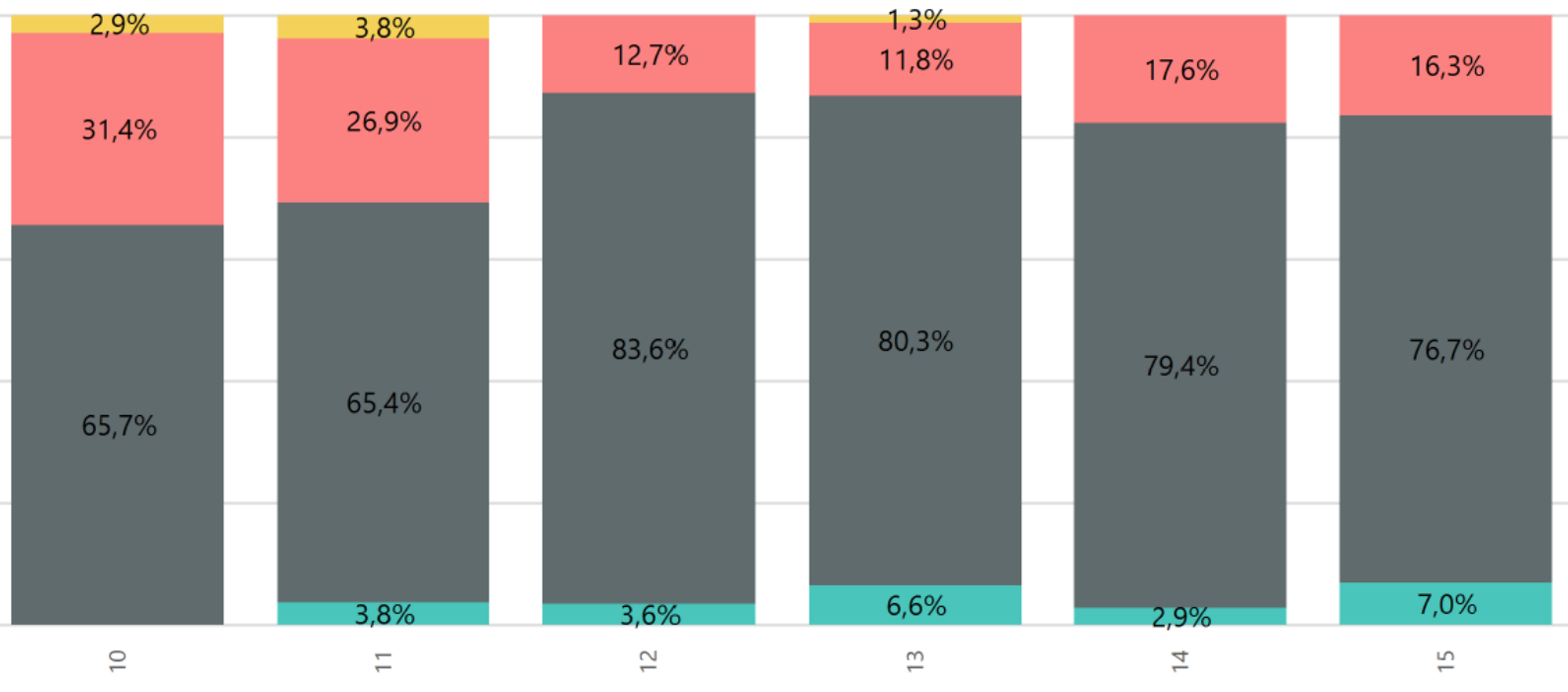
Task Templates: S. aureus cgMLST v1.3, S. aureus MLST v1.1, AlereMicroarray_Resistance v1.0, AlereMicroarray_Virulence v1.0, S. aureus spa typing (beta version, for Illumina data only) v0.5
 Comparison Table Retrieval: Staphylococcus aureus (MRSA) [unstored]
 Projects: Staphylococcus aureus (MRSA) (Staphylococcus aureus)
 Comparison Table created: 12.10.2020 11:30 (v7.1.0_2020-06)
 S. aureus cgMLST Complex Type / Cluster-Alert distance: 24
 Ridom SeqSphere+ MST for 7 Samples based on 2023 columns, pairwise ignoring missing values
 Distance based on columns from S. aureus cgMLST:cgMLST (1861), AlereMicroarray_Resistance (60), AlereMicroarray_Vir...
 For citing correctly in publications the tools used for this analysis see menu Help | Citations and Licenses.
 Cluster distance threshold: 24

- 582
- 8
- 30
- 182

CLAR in der Pandemie

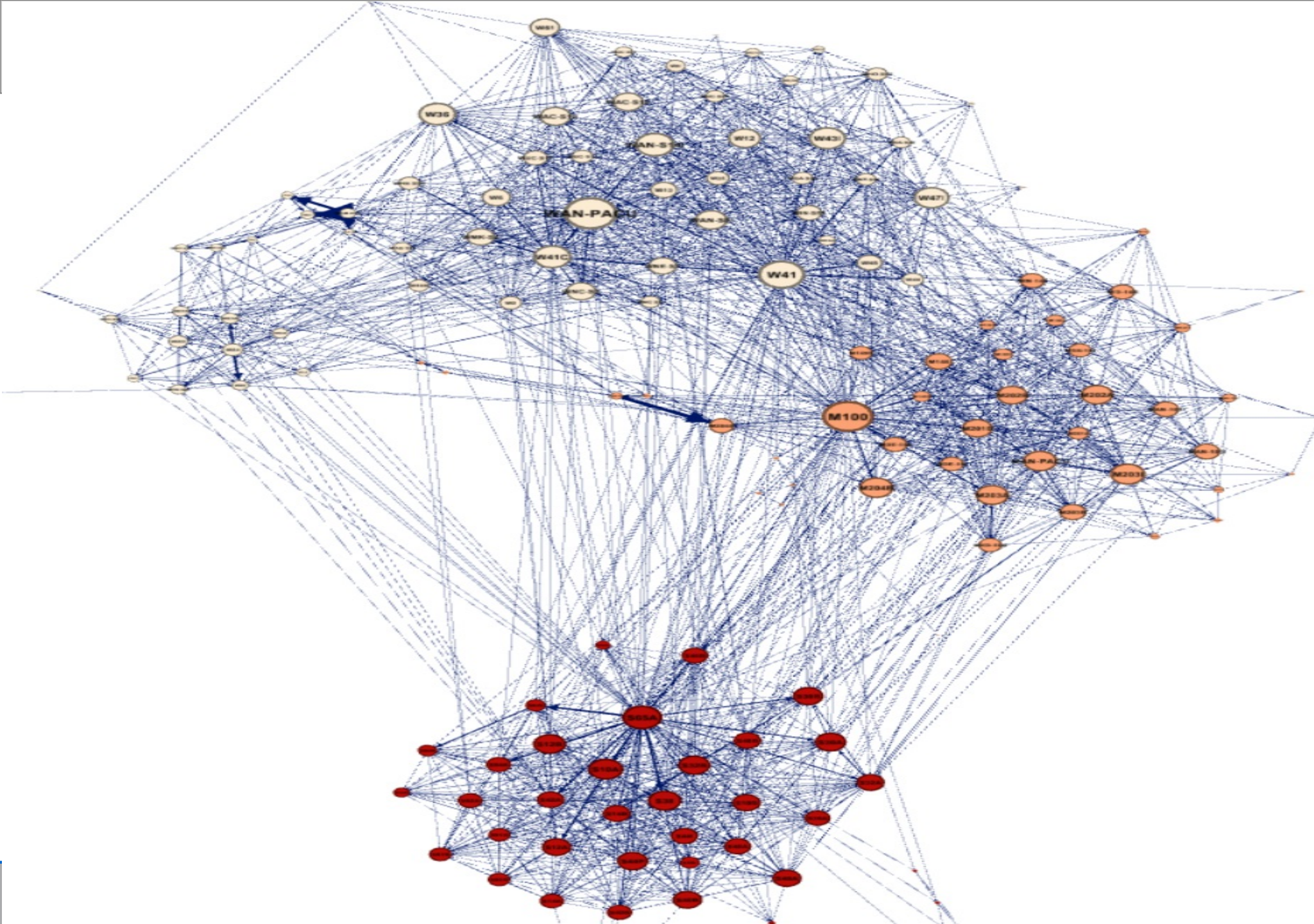
- Schlüsselwerkzeug in der Charité
- Alarm bei jedem positiven SARS-CoV-2 Isolat (Threshold 1)
- Trigger für Kontaktpersonen-Recherche
- Agile Anpassung auf „emerging pathogens“ (z.B. Candida auris)

Täglicher Status über die COVID-19 Situation im Krankenhaus, z.B. Anteil Mutationen in pos. Isolaten



- Bestandteil des HygienePortals:
 - System für Hygiene, Surveillance und digitale Infektionsprävention in Krankenhäusern
- Entwicklung in der Charité, AG MedInform der Hygiene (KISS/webKess)
- Seit 2017 in der Charité: 3 Campi, 3000 Betten
- Seit 2 Jahren in 400 Betten Krankenhaus
- Seit 2020 in kommunalen Klinikkonzern, ca. 8000 Betten
- Installiert in 3 weiteren Unikliniken

- Bisher: kein vollautomatischer Algorithmus, Regeln müssen per Hand editiert werden.
- Bewegungsmuster sind mit einzubeziehen
 - Bildung von räumlichen Zusammenhängen (Stationsgruppen)
- Automatisierte Gruppenzugehörigkeit von Stationen mit wechselseitigen Verlegungen



- Kombination der Algorithmen zur Spezifitätssteigerung
- Etablierung eines Feedbacksystems – selbstlernendes CLAR (KI)
- Lizenzfreies Zurverfügungstellung für andere Krankenhäuser zur Erhöhung der Patientensicherheit im Rahmen einer kooperativer Weiterentwicklung

Entwicklung Ausbruchsdokumentation

- Alarm-Mail als Grundlage / Trigger - Feedback
- vollständige Dokumentation des Ausbruchereignis
- automatisierter Anteil
- manueller Anteil / Dialogform

- KRH-interne Dokumentation /
- Qualitätssicherungsmaßnahme für ICPs
- für GA-Meldung geeignet
- Standard für Hygienearbeit
- strukturierter Standard für krankenhaushübergreifende Ausbruchsdokumentation
- wissenschaftliche Auswertungen / Export -> outbreak-database

Ausblick (iii) - Automatische Surveillance von nosokomialen Infektionen

- Bisher ist eine Surveillance von Krankenhausinfektionen nur in Risikobereichen vorgeschrieben (z.B. Intensivstationen) weil es vom Aufwand her auch nicht anders machbar ist
- Pilotprojekt zur semi-automatischen Erfassung von nosokomialen Blutstrominfektionen/Sepsis auf allen Stationen
- Geplant:
semi-automatische Surveillance von postoperativen Wundinfektionen

Diese Arbeit ist nur in einem guten Team möglich!

Wichtige CLAR-Mitstreiter:

Seven Aghdassi

Luis Alberto Peña Diaz,

Michael Behnke,

(v.r.n.l.)

Christin Schröder, Brar Piening,
die gesamte AG HygienePortal

Petra Gastmeier und
alle Kollegen und Kolleginnen
des Instituts für Hygiene der Charité

Dank an alle Beteiligten!

